

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international(43) Date de la publication internationale  
2 septembre 2004 (02.09.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
WO 2004/075387 A1(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> :

H02M 7/538

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : CORNEC, René [FR/FR]; 3, rue du Sentier, F-45380 La Chapelle St Mesmin (FR). GOUARDO, Didier [FR/FR]; 72, allée Anne Frank, F-45770 Saran (FR). GOUMY, Cédric [FR/FR]; 14, résidence des Tulipes, 66 rue Charles Beauhair, e, F-45140 St Jean De La Ruelle (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2003/003949

(22) Date de dépôt international :

31 décembre 2003 (31.12.2003)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

03/00613

21 janvier 2003 (21.01.2003) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :

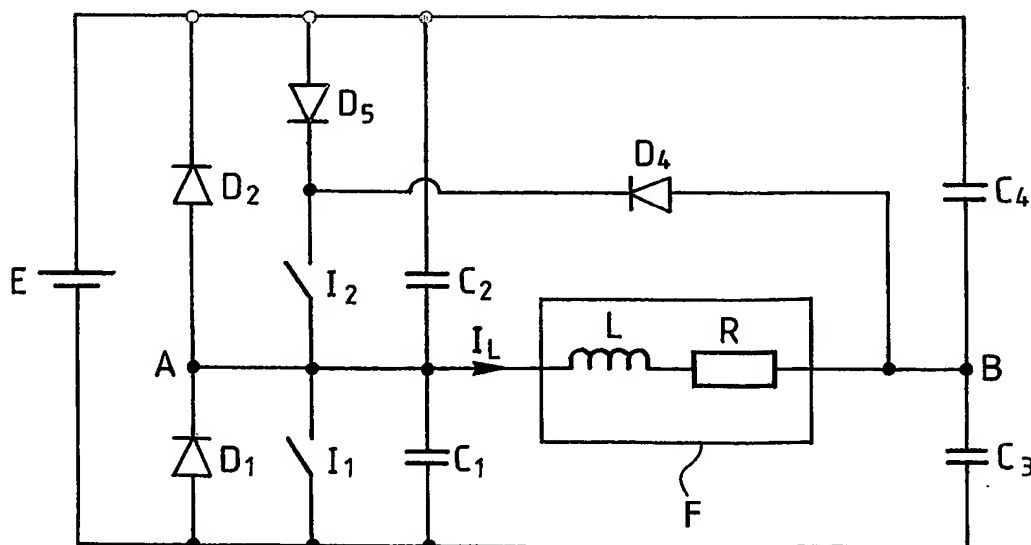
BRANDT INDUSTRIES [FR/FR]; 7, rue Henri Becquerel, F-92500 Rueil Malmaison (FR).

(81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: SUPPLY GENERATOR FOR AN OSCILLATING CIRCUIT, PARTICULARLY FOR AN INDUCTION COOKING HOB

(54) Titre : GENERATEUR D'ALIMENTATION D'UN CIRCUIT OSCILLANT, NOTAMMENT POUR LA TABLE DE CUISSON PAR INDUCTION



(57) Abstract: The invention relates to a supply generator for an oscillating circuit, comprising an inductance (L) and a resonant capacitor (C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>), for operation at a fixed frequency and also comprising at least one pair of transistors (I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>), operated on a variable cyclic regime for modifying the power. Said generator comprises a first diode (D<sub>5</sub>) between a first transistor (I<sub>2</sub>) and the supply for the generator and a second diode (D<sub>4</sub>) between the junction point of the inductance (L) and the resonant capacitor (C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>) and the junction point of the first transistor (I<sub>2</sub>) and the first diode (D<sub>5</sub>). The invention is of particular use for supply of the cooking rings on an induction cooking hob.

[Suite sur la page suivante]



SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,  
US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (régional) : brevet ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publiée :**

- avec rapport de recherche internationale
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

(57) **Abrége :** Un générateur d'alimentation d'un circuit oscillant comprenant une inductance (L) et un condensateur de résonance (C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>), est adapté à fonctionner à fréquence fixe et comprend au moins une paire de transistors (I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>) pilotés suivant un rapport cyclique variable pour modifier la puissance. Ce générateur comprend une première diode (D<sub>5</sub>) entre un premier transistor (I<sub>1</sub>) et l'alimentation du générateur et une deuxième diode (D<sub>4</sub>) entre le point de jonction de l'inductance (L) et du condensateur de résonance (C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>) et le point de jonction du premier transistor (I<sub>2</sub>) et la première diode (D<sub>5</sub>). Utilisation notamment pour alimenter des foyers de cuisson d'une table de cuisson par induction.

Générateur d'alimentation d'un circuit oscillant, notamment pour table de cuisson  
par induction

5

10 La présente invention concerne un générateur d'alimentation d'un circuit oscillant.

Elle concerne également un ensemble de tels générateurs, ainsi qu'une table de cuisson par induction comprenant plusieurs générateurs conformes à l'invention.

15 La présente invention vise de manière générale les systèmes de chauffage par induction, et notamment les tables de cuisson comportant plusieurs foyers à induction alimentés respectivement par des générateurs.

Ces tables à induction nécessitent la génération d'un courant haute fréquence, de l'ordre de 20 à 50 kHz, dans le récipient ou matériau à chauffer.

20 Classiquement, ce courant est créé par un champ magnétique issu d'un inducteur couplé à un générateur de puissance.

Généralement, ce générateur de puissance est un générateur à résonance tel qu'illustré à la figure 1.

25 Ce générateur de puissance est alimenté à partir du réseau électrique, par une tension d'alimentation redressée et filtrée E.

Ainsi, à chaque foyer F, comprenant une inductance et une charge résistive R notamment constituée par le récipient à chauffer, sont associés des condensateurs de résonance  $C_3$ ,  $C_4$  pour former un circuit résonant à la pulsation  $\omega$  telle que  $L(C_3+C_4) \omega^2 = 1$ .

30 Le fonctionnement à résonance est d'autant plus important que le couple fréquence de découpage/puissance du générateur est important.

Tel est le cas notamment dans l'induction où la fréquence de découpage est d'au moins 20 kHz et les puissances mises en jeu par le générateur sont de l'ordre de 3 kW.

L'utilisation de ces générateurs à résonance permet de transmettre  
5 une puissance maximale à une charge inductive lorsque l'on se positionne à la fréquence de résonance du système d'alimentation.

Il est en outre possible de faire travailler les semi-conducteurs de ces générateurs de puissance sans perte par commutation, afin d'éviter des échauffements importants dans les semi-conducteurs.

10 Ainsi de façon classique, un mode de commutation douce au zéro de tension des transistors  $I_1$ ,  $I_2$  est obtenu en munissant ces transistors  $I_1$ ,  $I_2$  de façon habituelle de diodes  $D_1$ ,  $D_2$  et de condensateurs  $C_1$ ,  $C_2$ .

Afin de conserver ces modes de commutation douce, les réglages de puissance au niveau des générateurs se font en général en réglant la fréquence  
15 de travail autour de la fréquence de résonance.

Cette modulation de puissance par variation de la fréquence de travail du générateur présente cependant de nombreux inconvénients.

En particulier, la plage de fréquence dans laquelle doit varier le générateur est relativement forte si l'on veut que la puissance modulée varie  
20 également dans une plage forte (dans un rapport de 1 à 10 par exemple).

En outre, lorsque plusieurs générateurs à résonance travaillent en parallèle, il est impossible de les synchroniser si l'on veut conserver une possibilité de modulation de la puissance indépendante.

Cette situation génère alors des bruits d'intermodulation entre les  
25 différents générateurs travaillant à proximité à des fréquences différentes.

Un exemple de ce type de générateur résonant à commutation douce est notamment illustré dans le document FR 2 792 157.

Ce dernier décrit une solution dans laquelle plusieurs inducteurs peuvent être commandés par la même tension, à une même fréquence, mais  
30 avec un rapport cyclique réglable selon la technique connue dans l'art antérieur de modulation de largeur d'impulsion MLI.

Cependant, dans le document FR 2 792 157, ce type de fonctionnement nécessite d'utiliser des structures particulières faisant apparaître la notion de générateur maître et de générateurs esclaves dont les fonctionnements seront liés au fonctionnement du générateur maître.

5 Ce type de structure est peu adapté à un ensemble de foyers de cuisson par induction dans lequel chacun des foyers doit fonctionner de manière indépendante, sans que l'on définisse un maître et un(des) esclave(s).

La présente invention a pour but de résoudre les inconvénients précités et de proposer un générateur d'alimentation d'un circuit oscillant  
10 autorisant une modulation de puissance à partir d'une fréquence fixe, dans un rapport de puissance important.

A cet effet, la présente invention vise tout d'abord un générateur d'alimentation d'un circuit oscillant comprenant une inductance et un condensateur de résonance, adapté à fonctionner à fréquence fixe et  
15 comprenant au moins une paire de transistors pilotés suivant un rapport cyclique variable pour modifier la puissance.

Selon l'invention, ce générateur comprend une première diode entre un premier transistor de ladite paire et l'alimentation du générateur, et une deuxième diode entre le point de jonction de l'inductance et du condensateur de  
20 résonance et le point de jonction du premier transistor et de ladite première diode.

Grâce à ce montage particulier, la phase de fonctionnement du générateur dans laquelle la deuxième diode conduit est relativement courte.

Cette phase de fonctionnement, correspondant à un fonctionnement  
25 linéaire du générateur, est donc très petite au regard du fonctionnement en résonance de ce générateur, de telle sorte que la puissance restituée par celui-ci peut être maximisée.

Selon une caractéristique préférée de l'invention, les transistors sont associés à des diodes et des condensateurs adaptés à générer un  
30 fonctionnement en commutation douce au zéro de tension dudit générateur.

On obtient ainsi un générateur d'alimentation fonctionnant à fréquence fixe et à résonance afin d'obtenir un maximum de puissance sur une

charge inductive, et fonctionnant en commutation douce du type ZVS (acronyme du terme anglais Zero Voltage Switch), mode dans lequel la commutation se fait à tension nulle et sous le courant nominal.

5 Ce type de commutation permet d'éviter des échauffements excessifs dans les semi-conducteurs constituant le générateur de puissance.

La présente invention vise également un ensemble de générateurs d'alimentation conformes à l'invention, lesdits générateurs étant synchronisés en fréquence et adaptés à être pilotes suivant un rapport cyclique différent.

10 Enfin, la présente invention vise également une table de cuisson par induction comprenant plusieurs inducteurs adaptés à constituer un ou plusieurs foyers de ladite table.

Selon l'invention, chaque inducteur est associé à un générateur d'alimentation conforme à l'invention, lesdits générateurs étant synchronisés en fréquence et étant adaptés à être pilotés suivant un rapport cyclique variable  
15 indépendamment les uns des autres.

D'autres particularités et avantages de l'invention apparaîtront encore dans la description ci-après.

Aux dessins annexés, donnés à titre d'exemples non limitatifs :

20 - la figure 1 est un circuit électrique d'un générateur d'alimentation de l'art antérieur, décrit ci-dessus ;

- la figure 2 est un circuit électrique d'un générateur d'alimentation conforme à un premier mode de réalisation de l'invention ;

25 - les figures 3, 4 et 5 sont des courbes illustrant pour des rapports cycliques différents les valeurs des tensions et des courants en différents points du circuit électrique de la figure 2 ;

- la figure 6 est un circuit électrique illustrant un deuxième mode de réalisation d'un générateur d'alimentation conforme à l'invention.

- la figure 7 est un circuit électrique illustrant un troisième mode de réalisation d'un générateur d'alimentation conforme à l'invention ; et

30 - la figure 8 est un schéma blocs illustrant un ensemble de générateurs d'alimentation conforme à l'invention.

On va décrire tout d'abord en référence à la figure 2 un circuit électrique d'un générateur d'alimentation conforme à un premier mode de réalisation de l'invention.

5 Ce générateur comporte deux transistors  $I_1$ ,  $I_2$  montés en demi-pont et alimentés par une tension  $E$  correspondant à la tension du réseau électrique redressée et filtrée.

De manière classique, ces transistors  $I_1$ ,  $I_2$  sont associés à des diodes  $D_1$ ,  $D_2$  et des condensateurs  $C_1$ ,  $C_2$  suivant un montage permettant une commutation en mode ZVS, c'est-à-dire un mode de commutation douce au passage par zéro de la tension.

10 Le circuit oscillant alimenté par ces transistors  $I_1$ ,  $I_2$  est constitué d'une inductance  $L$  et de condensateurs de résonance  $C_3$ ,  $C_4$ .

Ce type de générateur à résonance permet de transmettre une puissance maximale à des charges inductives du type  $L$ ,  $R$  telles que l'on trouve dans les foyers à induction, dans lesquels les charges sont constituées d'un inducteur et d'un récipient à chauffer.

A titre d'exemple ici,  $L$  peut avoir une valeur de l'ordre de  $50 \mu\text{H}$  et les condensateurs de résonance  $C_3$ ,  $C_4$  ont une valeur de  $680 \text{ nF}$ .

20 Selon l'invention, une première diode  $D_5$  est montée en série sur l'un des transistors du demi-pont, et ici à titre d'exemple non limitatif sur le transistor  $I_2$ .

Cette première diode  $D_5$  est ainsi montée entre le transistor  $I_2$  et l'alimentation  $E$  du générateur.

25 Une deuxième diode  $D_4$  est montée en parallèle avec un condensateur de résonance  $C_4$ .

Cette deuxième diode  $D_4$  est ainsi montée entre le point de jonction de l'inductance  $L$  et du condensateur de résonance  $C_4$  et le point de jonction du transistor  $I_2$  et de la première diode  $D_5$ .

30 Les diodes  $D_4$ ,  $D_5$  sont montées de telle sorte que la cathode de la deuxième diode  $D_4$  est reliée à la cathode de la première diode  $D_5$ .

Bien entendu, un montage équivalent pourrait être obtenu en montant une diode en série avec l'autre transistor  $I_1$  du demi-pont et une diode aux bornes de l'autre condensateur de résonance  $C_3$ .

On va décrire à présent en référence aux figures 3, 4 et 5 le  
5 fonctionnement d'un tel générateur piloté par des moyens de commande (non représentés).

Sur ces figures, on a illustré en trait continu la tension en fonction du temps au point A du circuit tel qu'illustré à la figure 2, c'est-à-dire la tension aux bornes des transistors  $I_1$ ,  $I_2$ .

10 La courbe en trait pointillé illustre le courant  $I_L$  circulant au niveau de la charge inductive F et la courbe en trait mixte illustre la tension au point B du circuit, c'est-à-dire aux bornes des condensateurs de résonance  $C_3$ ,  $C_4$ .

La tension au point A est une tension d'alimentation à fréquence fixe de telle sorte que la période T de reproduction des signaux est identique sur les  
15 trois courbes des figures 3 à 5.

La période notée  $T_{on}$  correspond à la durée pendant laquelle le transistor  $I_2$  monté en série avec la première diode  $D_5$ , conduit.

La puissance délivrée peut ainsi varier en modifiant le rapport cyclique  $\delta$  correspondant au rapport de la durée  $T_{on}$  sur la période T de  
20 répétition des signaux.

Ce rapport cyclique  $\delta$  peut varier entre 0,5 (voir figure 4) où la puissance est maximale, et une valeur  $\delta_{max}$  (voir figure 5) où la puissance est minimale.

Cette valeur  $\delta_{max}$  peut être comprise typiquement entre 0,8 et 0,9.

25 Ainsi la modulation de puissance est réalisée en modulant la période  $T_{on}$ , c'est-à-dire la période pendant laquelle le transistor  $I_2$  conduit, et en gardant la périodicité des signaux T constante.

On peut ainsi distinguer sur chaque période T de fonctionnement cinq phases distinctes, numérotées de 1 à 5 sur les figures :

30



Phase 1

Le transistor  $I_1$  conduit. Le courant  $I_L$  dans la charge inductive diminue et les condensateurs de résonance  $C_3$ ,  $C_4$  se déchargent en mode résonant.

5      Phase 2

Le circuit de commande bloque alors le transistor  $I_1$ . Le courant  $I_L$  charge alors les condensateurs  $C_1$ ,  $C_2$  jusqu'à la conduction de la diode  $D_2$ , la tension aux bornes des transistors  $I_1$ ,  $I_2$  croissant lentement lors de la commutation, tel que généré par le montage en commutation douce du type  
10      ZVS.

Pendant cette phase, le mode résonant formé par le courant  $I_L$  et les condensateurs de résonance  $C_3$ ,  $C_4$  continue.

Phase 3

La diode  $D_2$  conduit, puis le transistor  $I_2$  conduit également. Les  
15      condensateurs de résonance  $C_3$ ,  $C_4$  se déchargent en mode résonant de telle sorte que la tension au point B remonte jusqu'à une valeur suffisante pour obtenir la conduction de la seconde diode  $D_4$ .

Phase 4

La diode  $D_4$  conduit de telle sorte que le courant  $I_L$  ne circule pas  
20      dans les condensateurs de résonance  $C_3$ ,  $C_4$ . Le courant  $I_L$  se décharge lentement dans le court circuit constitué par la seconde diode  $D_4$  et le transistor  $I_2$  qui est toujours en mode conduction.

Cette décharge se fait alors en mode exponentiel et non en mode résonant et la valeur de la tension au point B demeure égale à la valeur de la  
25      tension d'alimentation  $E$ .

On constate que, lors de cette phase 4, le courant  $I_L$  a une décroissance plus lente que dans le mode résonant, ce courant  $I_L$  décroissant suivant une pente proportionnelle à  $L/R$ .

Ainsi, à la fin de la phase 4, la valeur du courant  $I_L$  reste positive de  
30      telle sorte qu'il est possible d'obtenir une commutation douce lors du blocage du transistor  $I_2$ .

### Phase 5

Le blocage du transistor  $I_2$  est commandé et on observe de manière analogue à la phase 2 une décroissance lente de la tension aux bornes des transistors  $I_1$ ,  $I_2$  conformément au mode de commutation du type ZVS.

5           La première diode  $D_5$  se bloque, puis la deuxième diode  $D_4$  se bloque également de telle sorte que la tension B aux bornes des condensateurs de résonance  $C_3$ ,  $C_4$  augmente et devient supérieure à la valeur de la tension d'alimentation E.

10           Cette phase 5 se poursuit alors par une nouvelle phase 1 d'une nouvelle période T.

Ce fonctionnement est identique quel que soit le rapport  $\delta$  choisi.

En particulier, sur la figure 4, à puissance maximale, lorsque  $\delta$  est égal 0,5, le courant  $I_L$  circulant dans la charge est très important de telle sorte que la puissance restituée est maximale. En particulier, cette puissance  
15           délivrée par le générateur peut être très proche de celle obtenue par un montage classique tel qu'illustré à la figure 1, à la fréquence de résonance. La réduction de puissance due au fonctionnement en quasi-résonance du générateur est seulement de l'ordre de 25 à 30 %.

20           En outre, la phase 4 pendant laquelle la deuxième diode  $D_4$  conduit est très faible.

A contrario dans la figure 5, lorsque la valeur du rapport  $\delta$  est maximale, on obtient un courant  $I_L$  relativement faible correspondant à une puissance minimale délivrée par le générateur.

25           On constate cependant que, même dans ce mode de fonctionnement, le courant  $I_L$  demeure suffisant, au début des phases 2 et 5 pour conserver les modes de commutation douce du type ZVS, et demeure notamment suffisamment important pour décharger les condensateurs  $C_1$ ,  $C_2$  lors des phases de commutation.

30           Ainsi, ce circuit électrique fonctionne à pleine puissance dans un mode quasi-résonant adapté aux charges inductives L, R.

Grâce à la modulation de puissance en modifiant la largeur de bande, il est possible de travailler à fréquence fixe pour le générateur.

La profondeur de modulation, comprise entre  $\delta$  égale 0,5 et  $\delta$  égale  $\delta_{\max}$  est relativement importante, et correspond à un rapport de puissance de 1 à 7.

En outre, quel que soit le rapport cyclique  $\delta$  choisi, il permet de  
5 conserver les modes de commutation douce grâce à une décroissance faible du courant  $I_L$  dans le circuit.

Bien entendu, la présente invention n'est pas limitée à l'exemple de circuit illustré à la figure 2.

En particulier, elle s'applique de manière identique au circuit  
10 électrique de la figure 6, illustrant un deuxième mode de réalisation de l'invention.

Dans ce mode de réalisation, un montage d'une troisième diode  $D_6$  et d'une quatrième diode  $D_3$ , analogues respectivement à la première diode  $D_5$  et à la deuxième diode  $D_4$ , est réalisé sur la deuxième branche du demi-pont, de telle sorte que la troisième diode  $D_6$  est montée en série avec l'autre  
15 transistor  $I_1$ .

Le fonctionnement du générateur à résonance comporte ainsi deux phases linéaires, l'une lorsque le courant  $I_L$  est positif, l'autre lorsque le courant  $I_L$  est négatif.

En outre, comme illustré à la figure 7, il peut être intéressant de  
20 remplacer le demi-pont par un pont complet comportant quatre transistors  $Q_1$ ,  $Q_2$ ,  $Q_3$ ,  $Q_4$ .

Ce montage peut être particulièrement performant lorsque les tensions mises en jeu sont très importantes, de l'ordre de 3000 volts par exemple, les puissances délivrées par le générateur pouvant alors atteindre  
25 300 à 400 kW.

Bien entendu, bien qu'on ait illustré ici l'alimentation d'un foyer  $F$  formé d'une charge inductive  $L$ ,  $R$ , ce type de générateur pourrait également être utilisé pour alimenter une bobine d'un transformateur.

Par ailleurs, le montage en commutation douce (grâce aux condensateurs  $C_1$ ,  $C_2$ ) des transistors  $I_1$ ,  $I_2$  pourrait également être supprimé,  
30

dès lors que les semi-conducteurs supportent de travailler en commutation dure.

Comme illustré à la figure 8, le générateur à résonance conforme à l'invention est particulièrement bien adapté pour alimenter en parallèle plusieurs  
5 foyers.

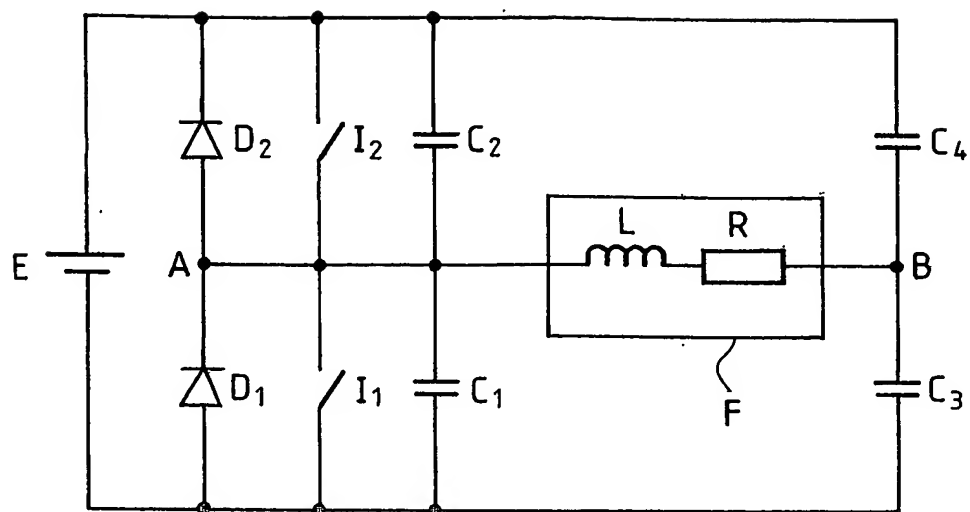
Les générateurs peuvent ainsi être synchronisés en fréquence tout en fonctionnant suivant des rapports cycliques ( $\delta_1, \delta_2 \dots \delta_n$ ) différents de telle sorte que la puissance transmise aux différents foyers peut être réglée indépendamment les uns des autres.

10 Ce type de générateurs est bien adapté à alimenter plusieurs foyers d'une même table de cuisson par induction, et en particulier une table constituée d'un grand nombre d'inducteurs disposés matriciellement dans le plan de cuisson.

## REVENDICATIONS

1. Générateur d'alimentation d'un circuit oscillant comprenant une inductance (L) et un condensateur de résonance ( $C_3$ ,  $C_4$ ), adapté à fonctionner  
5 à fréquence fixe et comprenant au moins une paire de transistors ( $I_1$ ,  $I_2$ ) pilotés suivant un rapport cyclique variable ( $\delta$ ) pour modifier la puissance, caractérisé en ce qu'il comprend une première diode ( $D_5$ ) entre un premier transistor ( $I_2$ ) de ladite paire et l'alimentation dudit générateur et une deuxième diode ( $D_4$ ) entre le point de jonction de l'inductance (L) et du condensateur de résonance ( $C_3$ ,  
10  $C_4$ ) et le point de jonction dudit premier transistor ( $I_2$ ) et de ladite première diode ( $D_5$ ).
2. Générateur conforme à la revendication 1, caractérisé en ce que lesdits transistors ( $I_1$ ,  $I_2$ ) sont associés à des diodes ( $D_1$ ,  $D_2$ ) et des condensateurs ( $C_1$ ,  $C_2$ ) adaptés à générer un fonctionnement en commutation  
15 douce dudit générateur.
3. Générateur conforme à la revendication 2, caractérisé en ce qu'il est adapté à travailler en commutation au passage par zéro de la tension.
4. Générateur conforme à l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il comprend une troisième diode ( $D_6$ ) entre un second  
20 transistor ( $I_1$ ) de ladite paire et l'alimentation dudit générateur et une quatrième diode ( $D_3$ ) entre le point de jonction de l'inductance (L) et du condensateur de résonance ( $C_3$ ,  $C_4$ ) et le point de jonction dudit second transistor ( $I_1$ ) et de ladite troisième diode ( $D_6$ ).
5. Ensemble de générateurs d'alimentation conforme à l'une des  
25 revendications 1 à 4, caractérisé en ce que lesdits générateurs sont synchronisés en fréquence, et pilotés suivant un rapport cyclique différent ( $\delta_1$ ,  $\delta_2 \dots \delta_n$ ).
6. Table de cuisson par induction comprenant plusieurs inducteurs adaptés à constituer un ou plusieurs foyers de cuisson, caractérisée en ce que  
30 lesdits inducteurs sont associés respectivement à des générateurs d'alimentation conformes à l'une des revendications 1 à 4, lesdits générateurs

étant synchronisés en fréquence et étant adaptés à être pilotés suivant un rapport cyclique variable indépendamment les uns des autres.



ART ANTERIEUR

Fig. 1

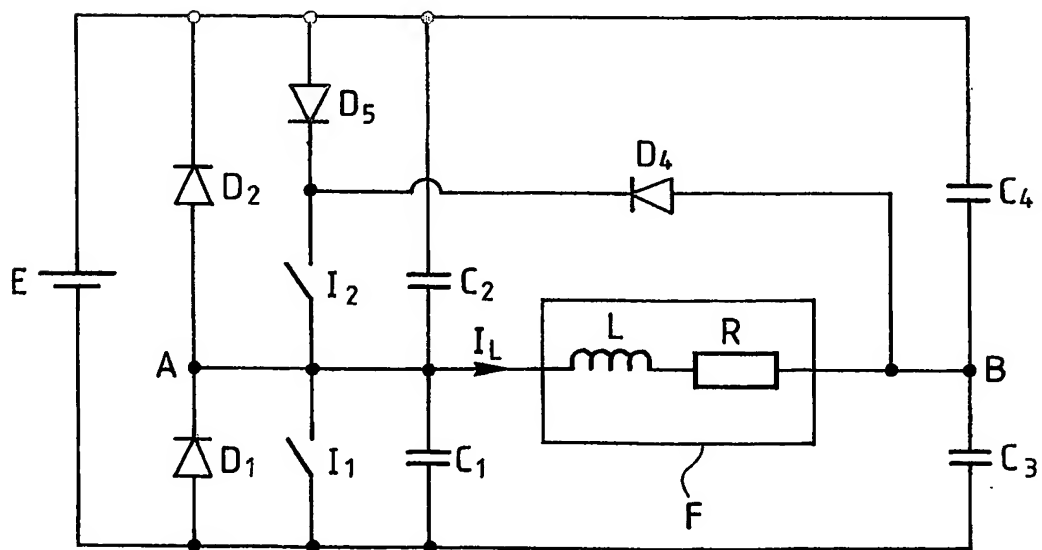
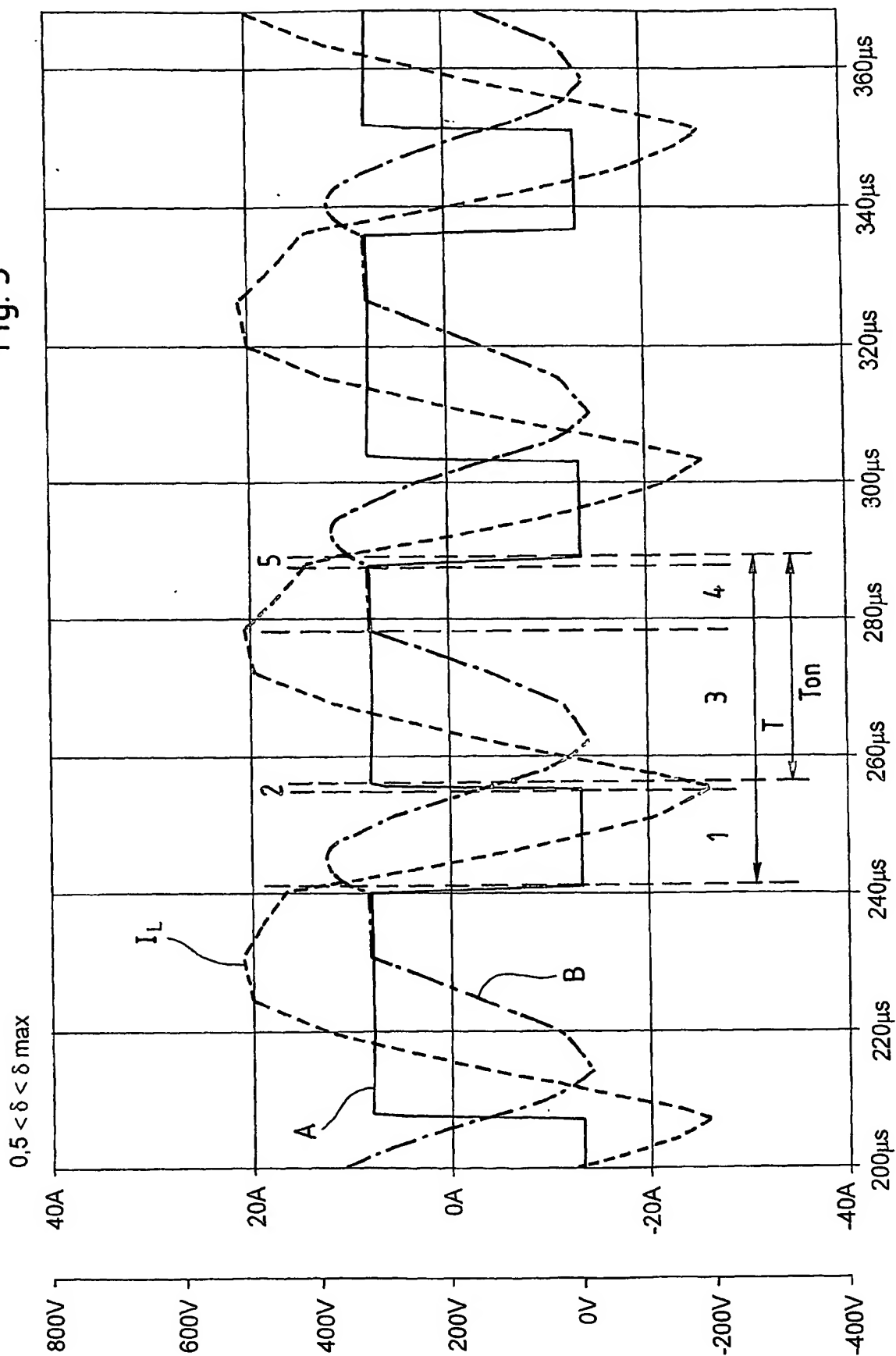


Fig. 2

2/6

Fig. 3





3/6

Fig. 4

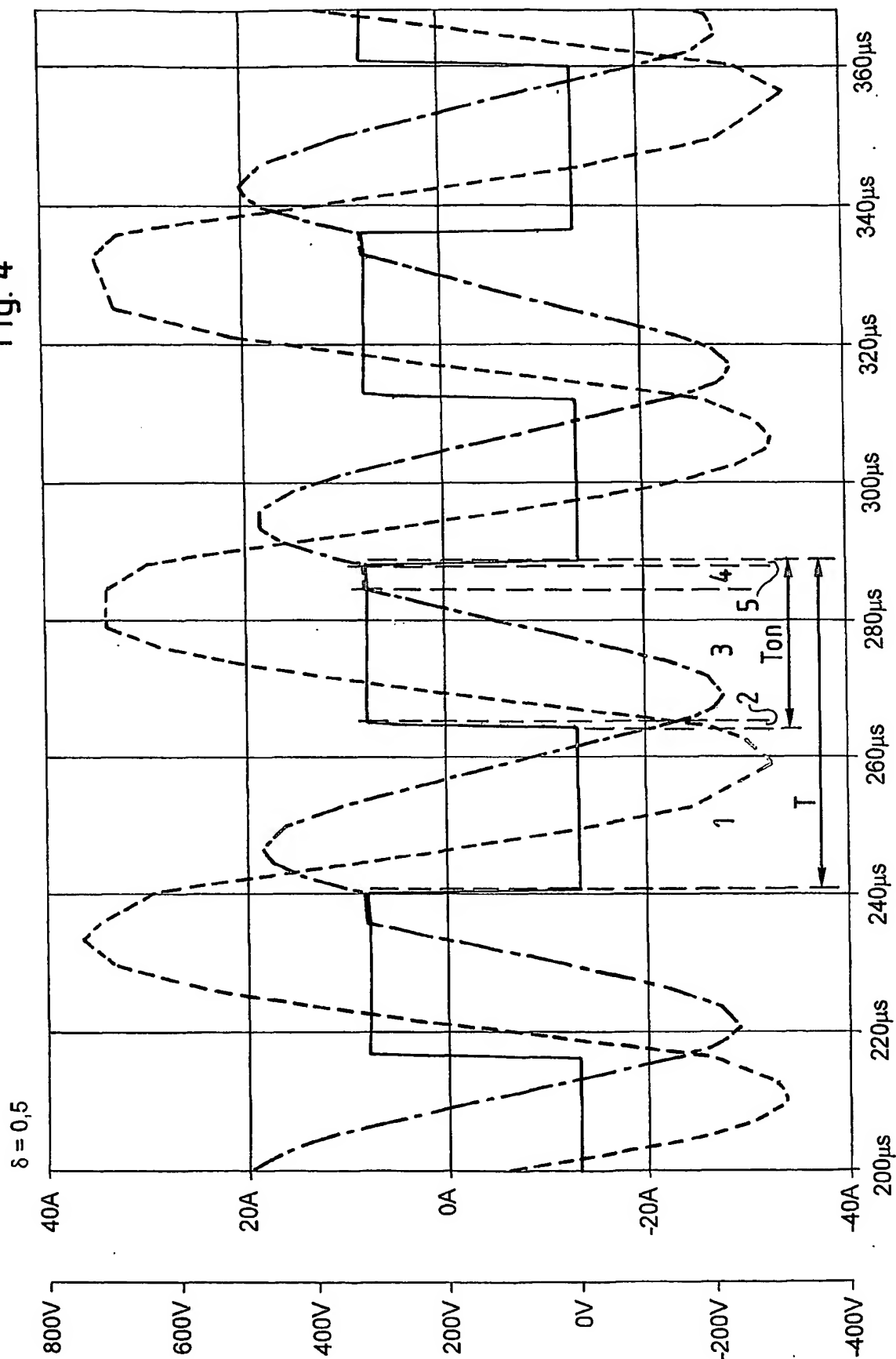
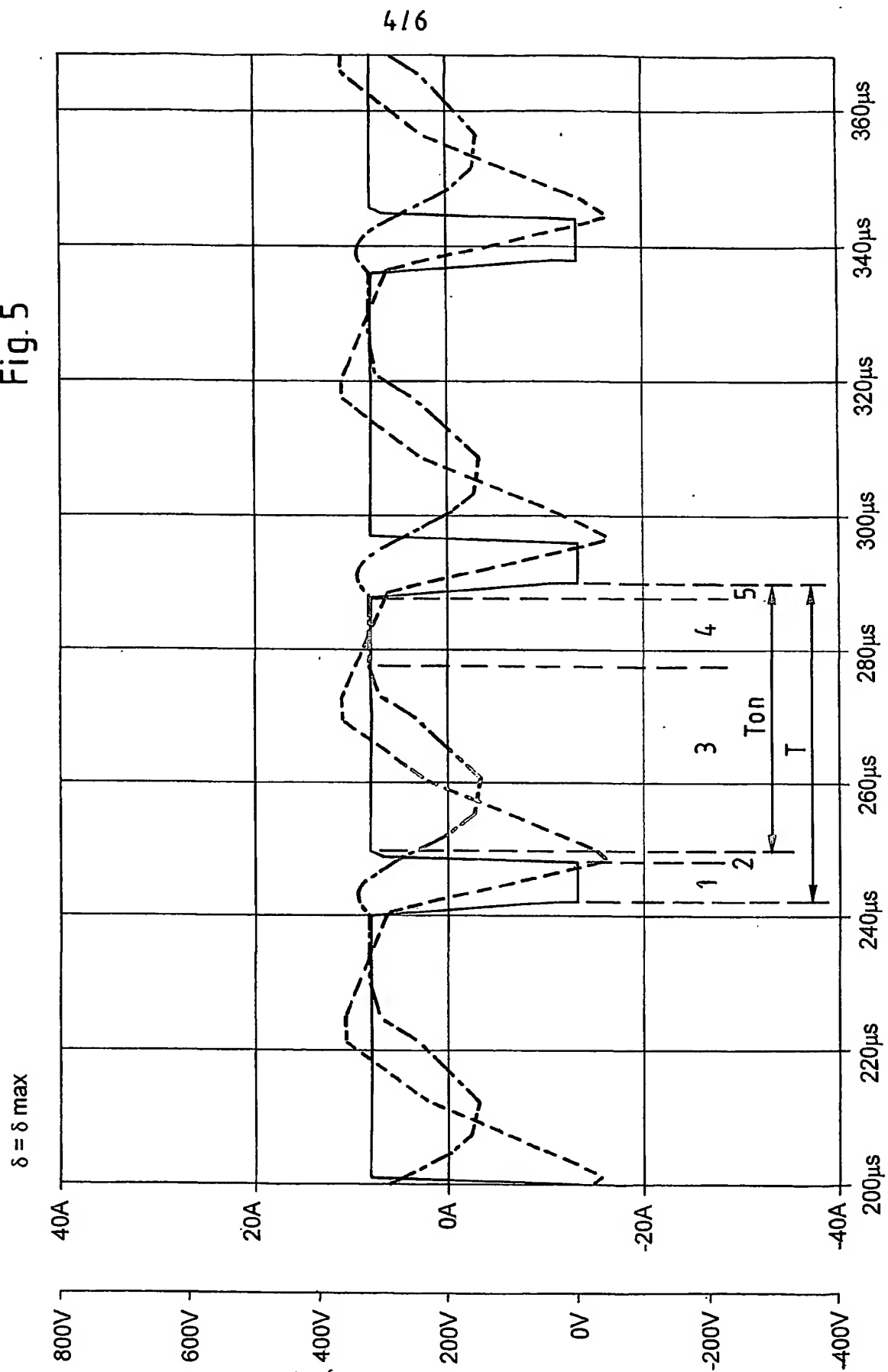


Fig. 5



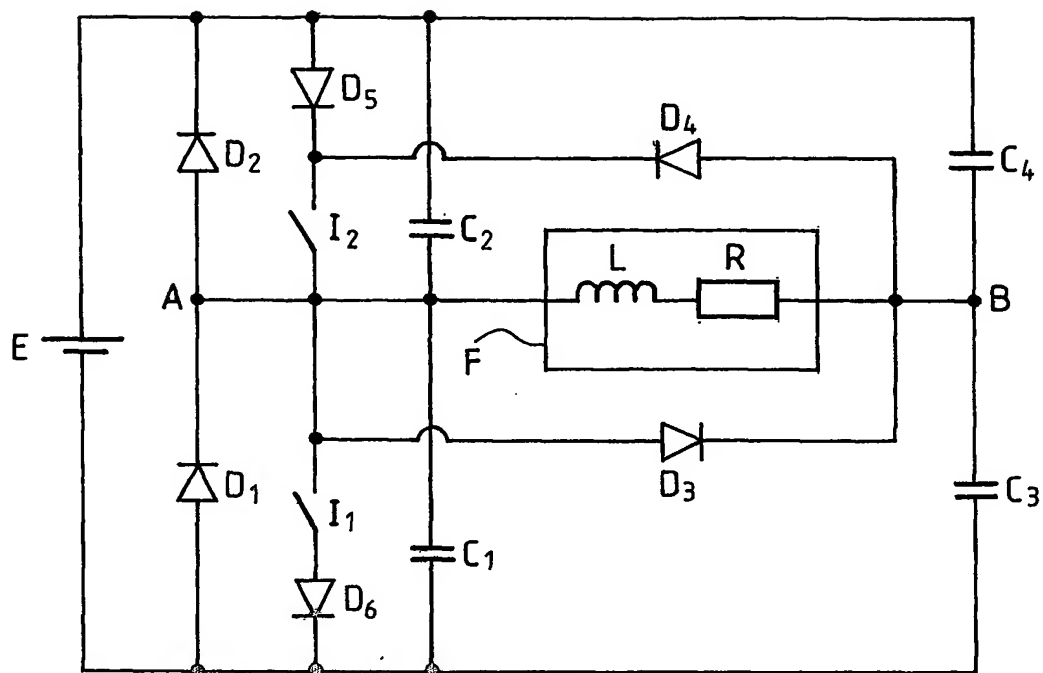


Fig. 6

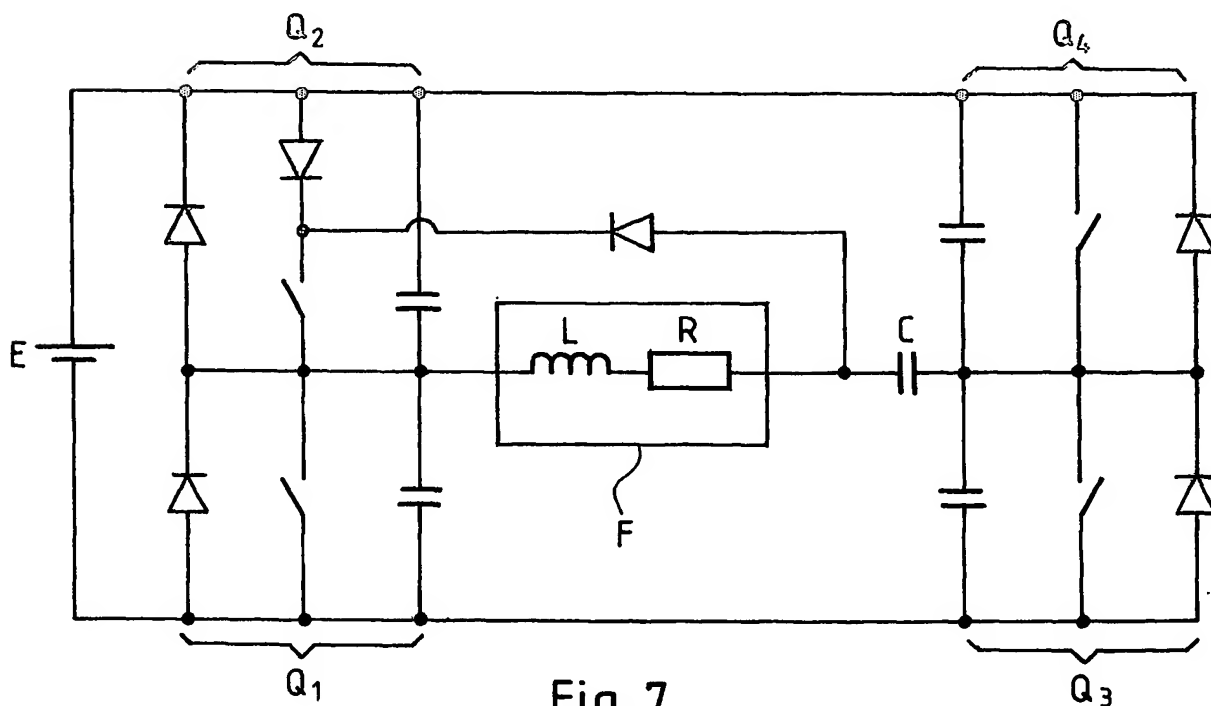


Fig. 7

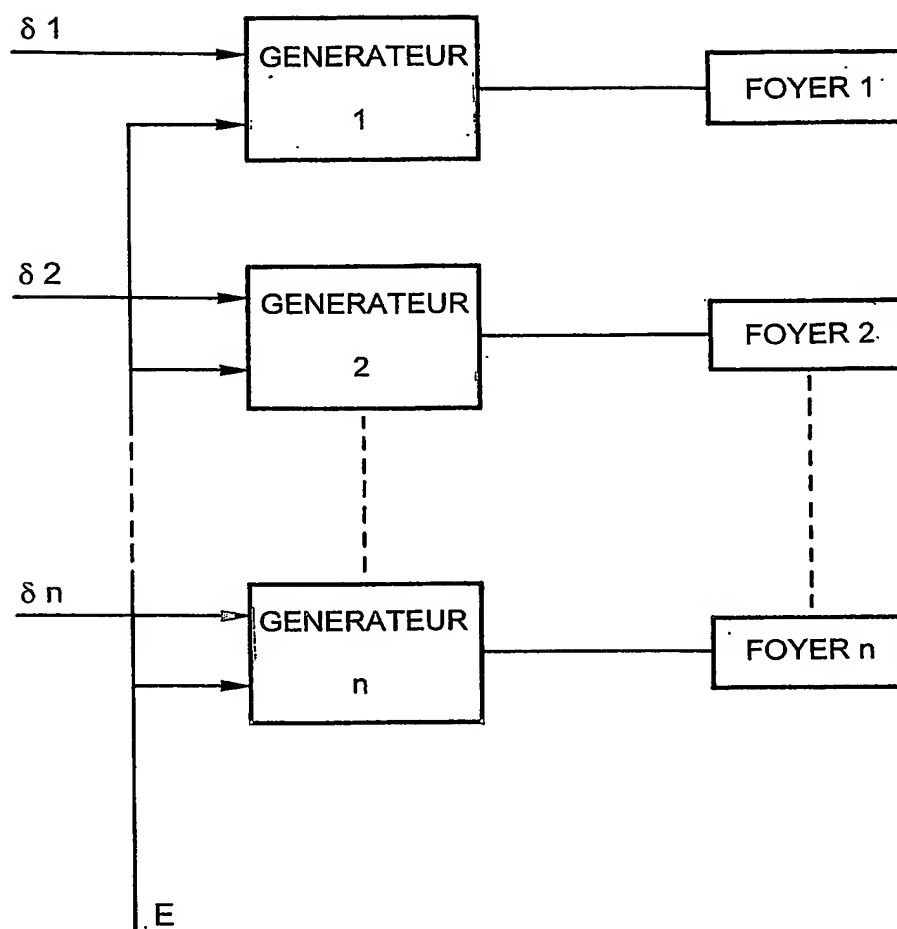


Fig. 8

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 03/03949

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H02M7/538

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H02M H05B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	HUSSEY S: "20 kHz main inverter unit" IEEE, 6 August 1989 (1989-08-06), pages 591-595, XP010089775 the whole document ----- -/--	1-5

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \* & \* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 July 2004

Date of mailing of the international search report

23/07/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Thisse, S

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/FR 03/03949

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>IZAKI K ET AL: "NEW CONSTANT-FREQUENCY VARIABLE POWERED QUASIRESONANT INVERTER TOPOLOGY USING SOFT-SWITCHED TYPE IGBTs FOR INDUCTION-HEATED COOKING APPLIANCE WITH ACTIVE POWER FILTER"</p> <p>EPE '95: 6TH. EUROPEAN CONFERENCE ON POWER ELECTRONICS AND APPLICATIONS. SEVILLA, SEPT. 19 - 21, 1995, EUROPEAN CONFERENCE ON POWER ELECTRONICS AND APPLICATIONS, BRUSSELS, EPE ASSOCIATION, B, vol. 2 CONF. 6, 19 September 1995 (1995-09-19), pages 2129-2134, XP000537734 the whole document</p>	1,2,6
A	<p>DIECKERHOFF S ET AL: "Design of an IGBT-based LCL-resonant inverter for high-frequency induction heating"</p> <p>INDUSTRY APPLICATIONS CONFERENCE, 1999. THIRTY-FOURTH IAS ANNUAL MEETING. CONFERENCE RECORD OF THE 1999 IEEE PHOENIX, AZ, USA 3-7 OCT. 1999, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, US, 3 October 1999 (1999-10-03), pages 2039-2045, XP010355091 ISBN: 0-7803-5589-X the whole document</p>	1,2,6
A	<p>OGIWARA H ET AL: "High frequency induction heating load resonant inverter with voltage-clamped quasi-resonant switched using newly-improved static induction transistors/thyristors and their phase shifted controlled scheme"</p> <p>PROCEEDINGS OF THE INDUSTRY APPLICATIONS SOCIETY ANNUAL MEETING. HOUSTON, OCT. 4 - 9, 1992, NEW YORK, IEEE, US, vol. 1, 4 October 1992 (1992-10-04), pages 941-948, XP010063657 ISBN: 0-7803-0635-X the whole document</p>	1,2,6
A	<p>GB 2 348 750 A (JAEGER REGULATION) 11 October 2000 (2000-10-11) cited in the application the whole document</p>	1-6

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 03/03949

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB 2348750	A	11-10-2000	FR 2792157 A1 13-10-2000
			BE 1013306 A5 06-11-2001
			DE 10017176 A1 18-01-2001
			ES 2173021 A1 01-10-2002
			IT MI20000770 A1 10-10-2001
			NL 1014888 C2 16-10-2000
			US 6528770 B1 04-03-2003
<hr/>			

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No

PCT/FR 03/03949

**A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE**  
CIB 7 H02M7/538

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

**B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE**

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 H02M H05B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS**

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	HUSSEY S: "20 kHz main inverter unit" IEEE, 6 août 1989 (1989-08-06), pages 591-595, XP010089775 le document en entier ----- -/--	1-5

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

\* Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

\*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

\*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

\*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

\*Z\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

16 juillet 2004

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

23/07/2004

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Thisse, S



# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

PCT/FR 03/03949

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>IZAKI K ET AL: "NEW CONSTANT-FREQUENCY VARIABLE POWERED QUASIRESONANT INVERTER TOPOLOGY USING SOFT-SWITCHED TYPE IGBTs FOR INDUCTION-HEATED COOKING APPLIANCE WITH ACTIVE POWER FILTER"</p> <p>EPE '95: 6TH. EUROPEAN CONFERENCE ON POWER ELECTRONICS AND APPLICATIONS. SEVILLA, SEPT. 19 - 21, 1995, EUROPEAN CONFERENCE ON POWER ELECTRONICS AND APPLICATIONS, BRUSSELS, EPE ASSOCIATION, B, vol. 2 CONF. 6, 19 septembre 1995 (1995-09-19), pages 2129-2134, XP000537734</p> <p>le document en entier</p>	1,2,6
A	<p>DIECKERHOFF S ET AL: "Design of an IGBT-based LCL-resonant inverter for high-frequency induction heating"</p> <p>INDUSTRY APPLICATIONS CONFERENCE, 1999. THIRTY-FOURTH IAS ANNUAL MEETING. CONFERENCE RECORD OF THE 1999 IEEE PHOENIX, AZ, USA 3-7 OCT. 1999, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, US, 3 octobre 1999 (1999-10-03), pages 2039-2045, XP010355091</p> <p>ISBN: 0-7803-5589-X</p> <p>le document en entier</p>	1,2,6
A	<p>OGIWARA H ET AL: "High frequency induction heating load resonant inverter with voltage-clamped quasi-resonant switched using newly-improved static induction transistors/thyristors and their phase shifted controlled scheme"</p> <p>PROCEEDINGS OF THE INDUSTRY APPLICATIONS SOCIETY ANNUAL MEETING. HOUSTON, OCT. 4 - 9, 1992, NEW YORK, IEEE, US, vol. 1, 4 octobre 1992 (1992-10-04), pages 941-948, XP010063657</p> <p>ISBN: 0-7803-0635-X</p> <p>le document en entier</p>	1,2,6
A	<p>GB 2 348 750 A (JAEGER REGULATION)</p> <p>11 octobre 2000 (2000-10-11)</p> <p>cité dans la demande</p> <p>le document en entier</p>	1-6

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale No

PCT/FR 03/03949

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
GB 2348750	A	11-10-2000	FR 2792157 A1	13-10-2000
			BE 1013306 A5	06-11-2001
			DE 10017176 A1	18-01-2001
			ES 2173021 A1	01-10-2002
			IT MI20000770 A1	10-10-2001
			NL 1014888 C2	16-10-2000
			US 6528770 B1	04-03-2003